

# Ein Qualitätssprung bei Aluminium- Druckguß

Ruge, Jürgen

Veröffentlicht in:  
Jahrbuch 1994 der Braunschweigischen  
Wissenschaftlichen Gesellschaft, S.45-52



Verlag Erich Goltze KG, Göttingen

JÜRGEN RUGE, Braunschweig

## Ein Qualitätssprung bei Aluminium-Druckguß

Braunschweig, 14. Oktober 1994\*

Zur wirtschaftlichen Energienutzung und zur Schonung der Werkstoff-Ressourcen ist die Verwendung von Stoffen mit einem günstigen Verhältnis von Masse zu Festigkeit (Leichtstoffbau) und eine werkstoffsparende Gestaltung (Leichtformbau) erforderlich. Beides läßt sich durch den Einsatz von Leichtmetallen, insbesondere von Aluminiumlegierungen erreichen, wobei verwickeltere Strukturen zweidimensional durch Strangpressen und dreidimensional durch Gießen (Bild 1), aus wirtschaftlichen Gründen insbesondere durch Druckgießen, hergestellt werden können. Durch die weitgehende Verwendung von Sekundäraluminium läßt sich der hohe Energieverbrauch bei der Herstellung auf ein Zehntel gegenüber Primäraluminium senken. Die Bedeutung von Druckgußteilen, die bei geringer Wanddicke mit hoher und reproduzierbarer Präzision im Sekundenbereich (30 bis 200 Abgüsse/h je nach Masse) erzeugt werden können, läßt sich am Verbrauch ablesen (Bild 2). Das Verfahren ist seit Jahrzehnten bekannt. Die Aluminiumschmelze gelangt aus dem Schmelzofen in die Gießkammer einer Kaltkammer-Druckgießmaschine und wird mittels eines Gießkolbens rasch und unter hohem Druck in die metallische Dauerform gepreßt. Während der raschen Erstarrung bleibt der Druck wirksam. Eine Nachbehandlung der Teile ist in der Regel überflüssig.

Zu Beginn der eigenen Arbeiten wies das Verfahren einen bedeutsamen Nachteil auf: Aluminium-Druckguß ließ sich – bei Anlegung üblicher Qualitätsmaßstäbe – weder schweißen noch wärmebehandeln. Diese Tatsache schränkte den Anwendungsbereich für druckgegossene Aluminium-Bauteile stark ein. So war es z.B. nicht möglich, Hohlkörper oder Knotenelemente für räumlich geschweißte Strukturen zu erzeugen. Die Ursache lag in Gasen, die unter hohem Druck im Gußstück eingeschlossen waren und bei Erwärmung der Teile expandierten. Zwar gab es bereits den Vorschlag zu einer Zwangsentlüftung der Form, sie verbesserte die Situation auch, brachte aber dennoch keine Lösung des Problems. Gasanalysen zeigten uns, daß die bisherige ungeprüfte Annahme, bei den eingeschlossenen Gasen handle es sich um Luft, falsch war. Beim Füllen der Form mitgeführte Luft kann bei geeigneter Gestalt der Teile, d.h. bei günstigen Strömungsverhältnissen in der Form, abgesaugt werden. Dagegen enthalten die Teile trotz Zwangsentlüftung erhebliche Mengen an Wasserstoff und auch etwas Methan. Besonders der Wasserstoffanteil führt zu den beschriebenen Schwierigkeiten.

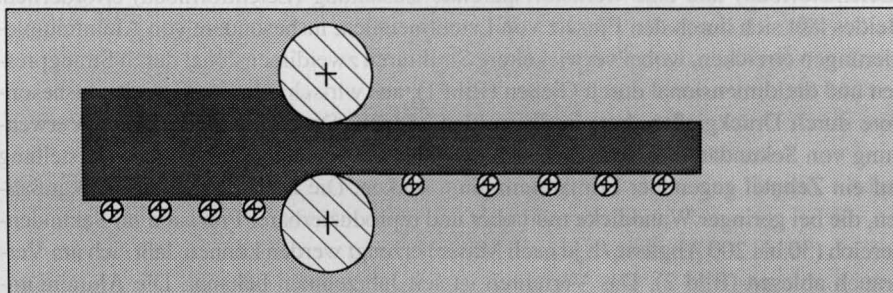
Berechnet man überschlägig das aus Feuchtigkeit stammende Wasserstoffangebot unter der Annahme der Gültigkeit des Allgemeinen Gasgesetzes, kommt man auf Gasvolumina, die 50% des Metallvolumens erreichen. Daraus wird verständlich, daß eine Schweißverbindung Poren enthält, wie sie in Bild 3 wiedergegeben sind. Die Festigkeit

---

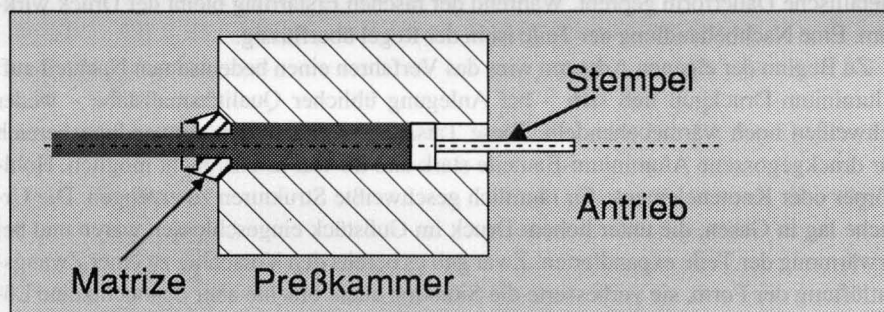
\* Zusammenfassung eines Vortrags vor der Plenarversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft

# Verarbeitung von Aluminium

## Walzen



## Strangpressen



## Gießen

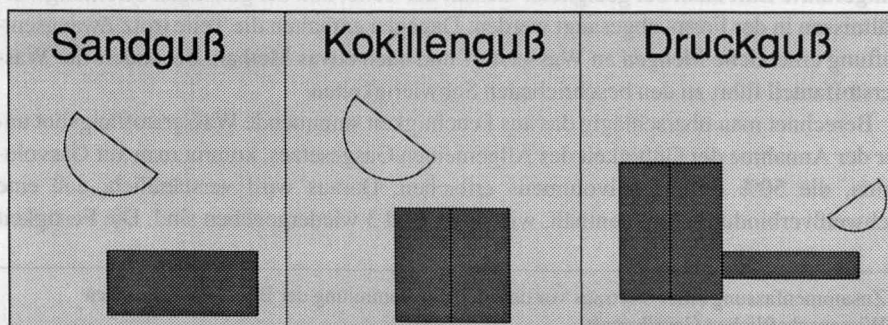


Bild 1:

Verarbeitung von Aluminium durch Walzen, Strangpressen und Gießen

# Aluminiumgußproduktion in der Bundesrepublik Deutschland<sup>1)</sup>

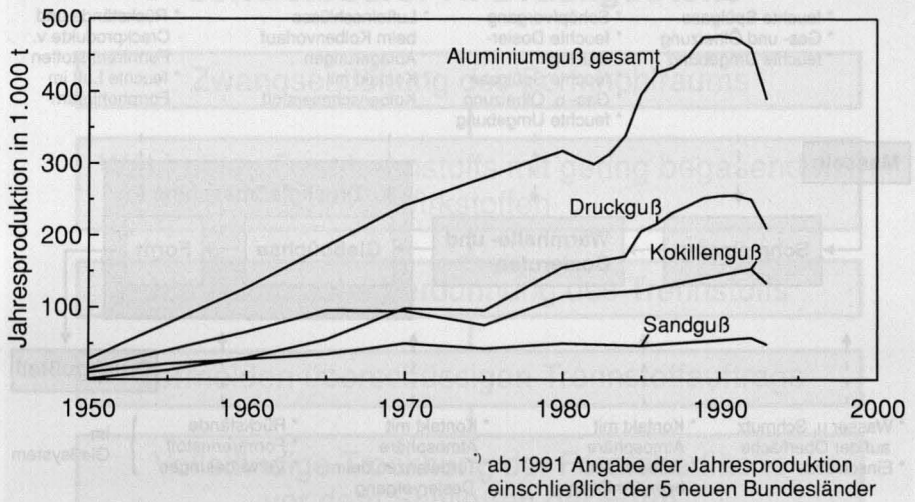


Bild 2:  
Aluminiumgußproduktion in Deutschland

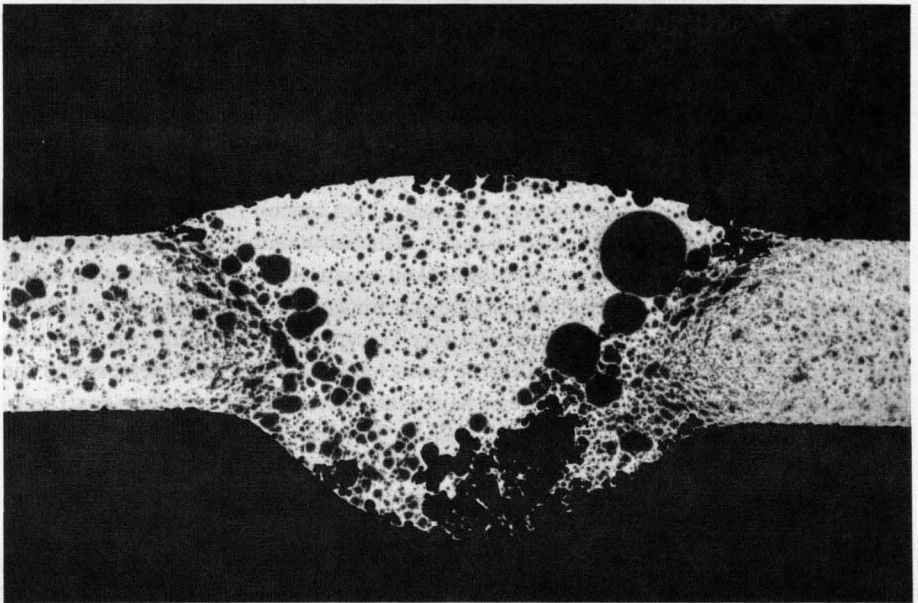


Bild 3:  
Schweißverbindung an Aluminium-Druckguß mit hohem Gasgehalt

## Begasungsquellen im Druckgießprozeß

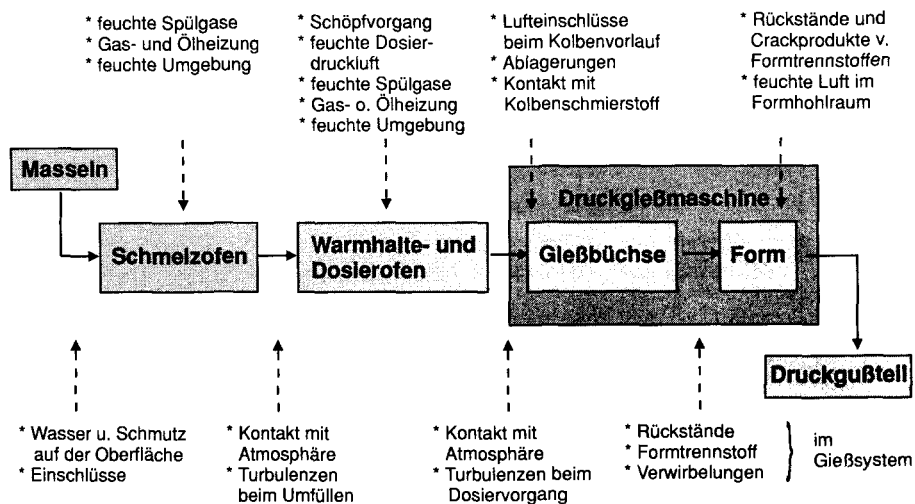


Bild 4:

Begasungsquellen im Druckgießprozeß

einer solchen Verbindung ist unzureichend. Wasserstoff ist deshalb so unangenehm, weil er in Aluminium praktisch unlöslich ist. Er wird also bei sinkender Temperatur des Schmelzbads ausgeschieden und sammelt sich in Hohlräumen an, die unter dem beim Gießprozeß angewendeten hohen Druck zusammengepreßt werden und beim ungeschweißten oder nicht wärmebehandelten Guß die Festigkeit nicht nennenswert beeinträchtigen, während sie bei Erwärmung expandieren und dann beim Schweißen zu Poren oder beim Wärmebehandeln zu Blasen an der Oberfläche führen.

Nach Einrichtung einer modernen Druckgießerei am Institut für Schweißtechnik begann daher eine systematische Suche nach den offenbar vorhandenen Wasserstoffquellen (Bild 4) mit dem Ziel, diese nach Möglichkeit auszuschalten: Die Schmelze wurde vor ihrem Eintritt in die Druckgießmaschine mit trockenem Argon gespült, oxidische Bestandteile wurden herausgefiltert und die zum Transport der Schmelze vom Schmelzofen zur Gießkammer benötigte Druckluft getrocknet. Es stellte sich heraus, daß die wichtigsten Anbieter von Wasserstoff der Kolbensmierzstoff und vor allem das Trennmittel waren. Beim Kolbensmierzstoff half der Übergang auf eine Wasser/Graphit-Emulsion in wohldosierter Sprühschmierung, wobei das Wasser in Kontakt mit dem erwärmten Gießkolben bereits bei niedriger Temperatur verdampft und ebenso wie mitgeführte Luft abgesaugt wird.

Das Trennmittel wird benötigt, um das Gußteil nach Abschluß des Gießvorganges leicht aus der Form entnehmen zu können. Es wird vor Beginn eines jeden neuen Zyklusses auf die beiden Formhälften aufgesprüht und setzt bei erhöhter Temperatur in Kontakt mit dem flüssigen Aluminium, wenn der Absaugvorgang bereits abgeschlossen ist, Wasserstoff

## Maßnahmen für die Herstellung schweißbarer Al-Druckgußteile

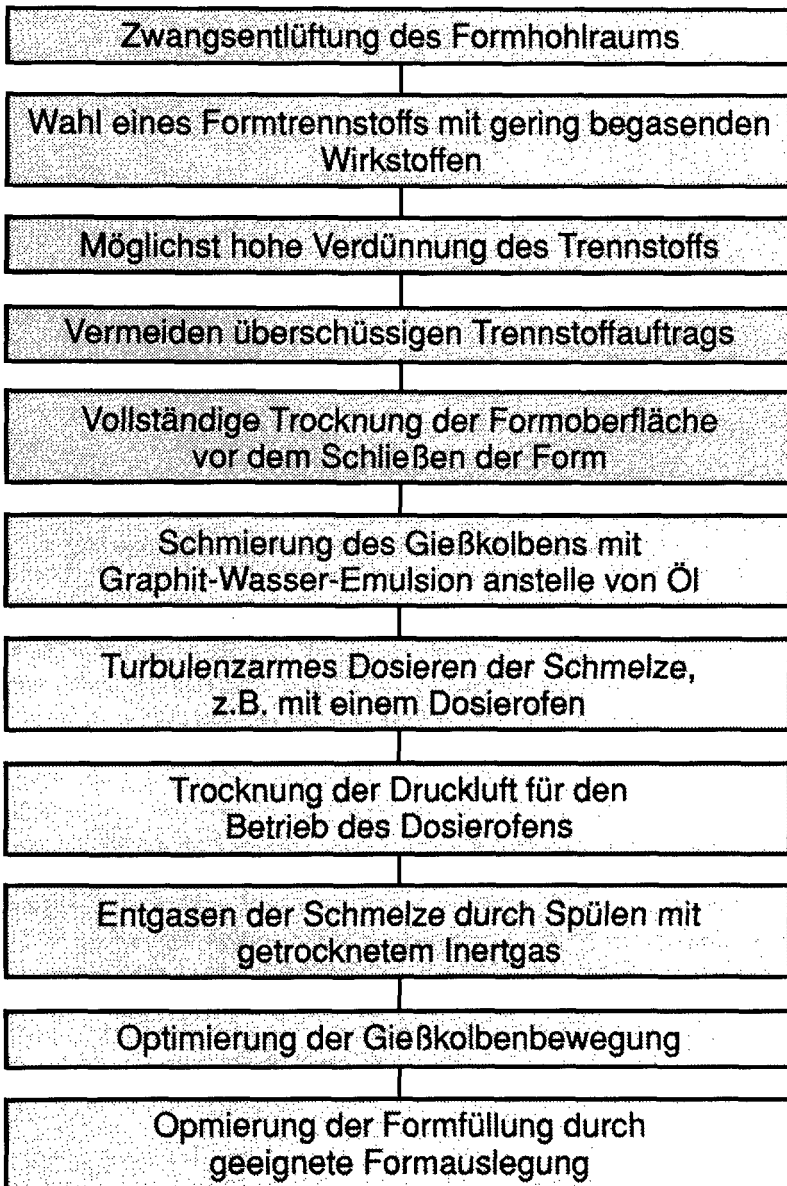


Bild 5:

Maßnahmen zur Herstellung schweiß- und wärmebehandelbarer Aluminium-Druckgußteile

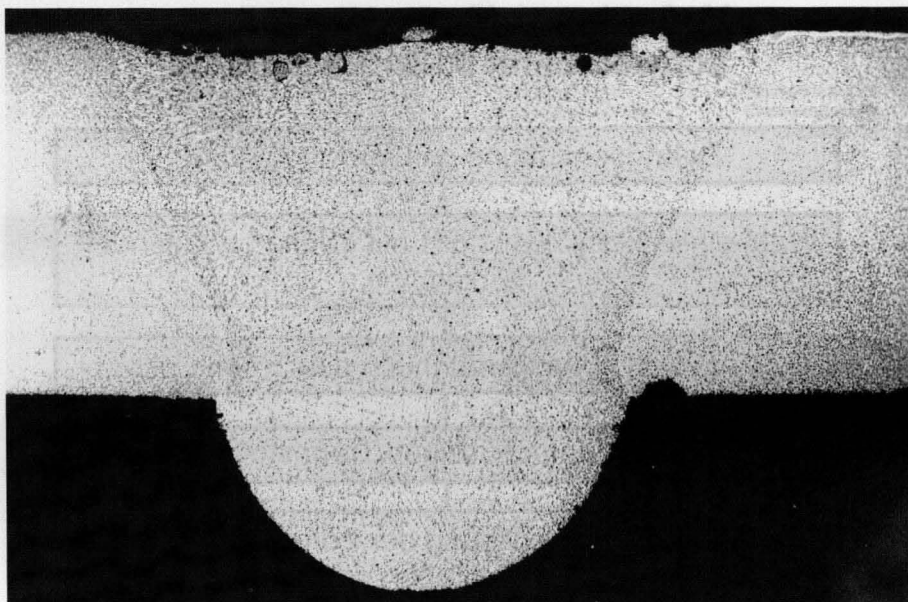


Bild 6:

*Schweißverbindung zwischen gasarmen Druckgußteilen aus GD- $\text{AlSi10Mg}$ .  
Verfahren: Wolframplasma-schweißen*

frei, der nun nicht mehr entweichen kann. Eine große Reihe von möglichen Trennstoffen mußte daher hinsichtlich ihrer Wasserstoff-Freisetzungs-Potenz überprüft werden. Danach ließ sich für eine typische Wasser-Trennstoff-Emulsion die geeignete Zusammensetzung bestimmen: Eine Mischung aus Polyethylen und Polysiloxan als eigentlicher Trennstoff mit einem Tensid als Emulgator, Triethanolamin als Korrosionsschutz, Bioziden zur Verhinderung einer Trennstoffzersetzung durch Bakterien und Pilze, Propandiol als Lösungsmittel und Stabilisator und schließlich Wasser als Dispersionsmittel.

Nachdem nunmehr alle Wasserstoffquellen verstopft waren, erhielten wir einen Aluminium-Druckguß mit sehr deutlich verbesserter Qualität, wenn der Restwasserstoffgehalt im Gußteil auf etwa 4 ml/100 g und der Restgehalt an Methan auf 0,3 ml/100 g begrenzt blieben. Achtet man nun zusätzlich auf eine gußgerechte Gestaltung der Teile, um günstige laminare Strömungsverhältnisse in der Form sicherzustellen und optimiert das Gießverfahren durch Wahl geeigneter Parameter, insbesondere der Gießgeschwindigkeit (Bild 5), dann erhält man Bauteile, die nunmehr allen Ansprüchen an Schweißbarkeit und Wärmebehandelbarkeit genügen (Bild 6 und 7). Die noch vorhandene Feinporosität, die man in gleicher Weise auch in geschweißten Knetlegierungen vorfindet, läßt eine Klassifizierung in der höchsten Bewertungskategorie nach DIN 8560 T.30 (ISO 10042, prEN 630) zu.

Die Forschung auf dem Druckgußgebiet, über die hier auszugsweise berichtet wurde, wird von der Druckgußindustrie gefördert und begleitet, was dazu geführt hat, daß die



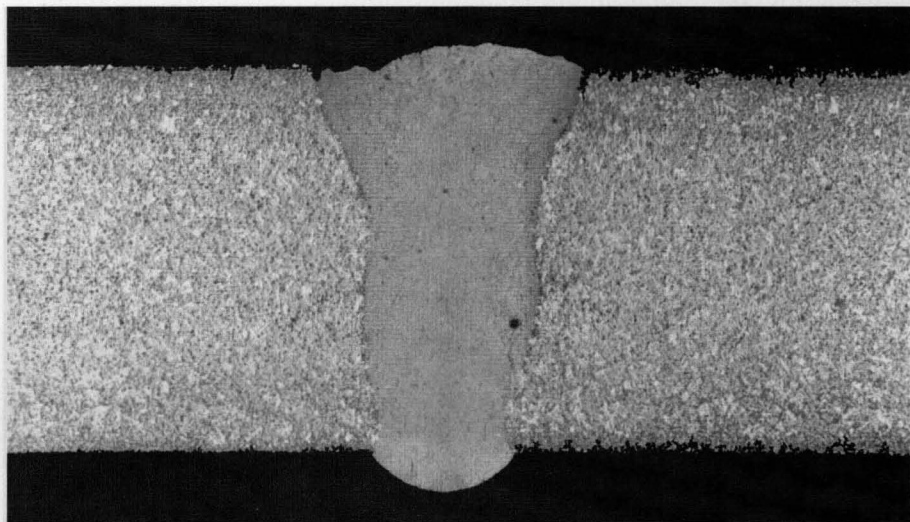


Bild 7:  
Schweißverbindung zwischen gasarmen Druckgußteilen aus GD-AlSi10Mg.  
Verfahren: CO<sub>2</sub>-Laserstrahlschweißen

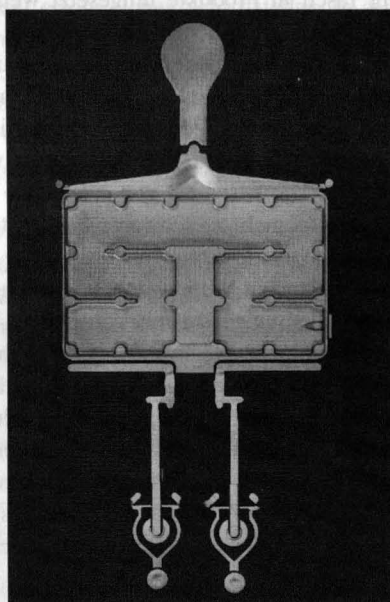


Bild 8:  
Wärmetauscher-Halbschale aus GD-AlSi9Cu3



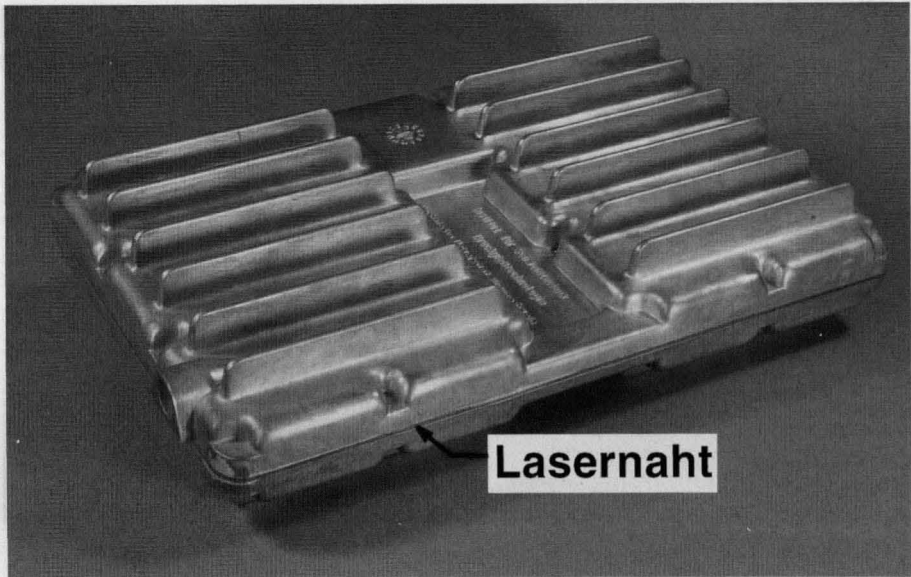


Bild 9:

*Aus Halbschalen mittels Laserstrahlschweißens hergestellter Wärmetauscher*

Forschungsergebnisse sehr rasch in Produkte umgesetzt werden konnten. Wir selbst stellten zur Demonstration über den üblichen Laborversuch hinaus Wärmetauscher-Halbschalen her und fügten sie mit verschiedenen Schutzgas- und Strahlschweißverfahren (Bild 8 und 9). Der wohl erste Serien-Pkw der Welt mit komplett aus Aluminium gefertigter Karosserie verwendet für den Rahmen Strangpreßprofile und für die Knotenelemente Teile aus gasarm gegossenem Aluminium-Druckguß, wodurch die Karosseriemasse um 40 % verringert wird. Die Ersparnis von etwa 10 % der gesamten Fahrzeugmasse (ca. 150 kg) entspricht zwei nicht zu schweren Fahrgästen, die wird allerdings in diesem Fall durch neue Einbauten wieder kompensiert.

Mit diesem Beispiel aus der jüngsten Vergangenheit ist nachgewiesen, daß sorgfältig, d. h. mit entsprechender Gütesicherung gegossener Aluminium-Druckguß unter industriellen Fertigungsbedingungen nunmehr geschweißt, wärmebehandelt und in komplexe Schweißkonstruktionen bei hohen Anforderungen an die Qualität integriert werden kann. Die dadurch gegebenen Möglichkeiten werden Bauteilen aus Aluminium-Druckguß neue Anwendungsfelder erschließen, die diesem Werkstoff bisher verschlossen waren.

Der Arbeitsgemeinschaft Industrieller Forschungsvereinigungen (AIF), die die Arbeit gefördert hat, sei an dieser Stelle mein besonderer Dank ausgesprochen, desgleichen dem Verband Deutscher Gießereifachleute und dem Deutschen Verband für Schweißtechnik.

Professor em. Dr.-Ing. Jürgen Ruge  
Waldstraße 16 · D-82110 Germering